

液晶表示装置及びその駆動方法

発明の背景

(a) 発明の分野

本発明は、液晶表示装置及びその駆動方法、更に詳細には、高コントラスト及び高輝度で、かつ電気的な非対称性の影響のない液晶表示素子の駆動方法、及び液晶表示素子がそのような駆動方法により駆動される液晶表示装置に関するものである。

(b) 従来技術の説明

高性能液晶ディスプレイの主流は、現在、ネマチック液晶を用いるTN（ツイステッドネマチック）モード又はIPS（イン・プレーン・スイッチング）モードのTFT（薄膜トランジスタ）方式アクティブマトリクス液晶表示装置である。これらのアクティブマトリクス液晶表示装置では、通常、画像信号は30Hzで正負の書き込みをするために60Hzで書き換えられ、1フィールドの時間は約16.7ms（ミリ秒）である。ここで、正負双方の合計時間は1フレームと呼ばれ、約33.3msである。これに対し、現状の液晶の応答時間は、最も速い応答速度でもこのフレーム時間程度である。このため、動画からなる映像信号を表示する場合や、高速なコンピュータ画像を表示する場合には、現在のフレーム時間よりも速い応答速度が必要となる。

一方、液晶表示装置で更なる高精細化を目指すため、液晶表示装置の照明光であるバックライトを赤・緑・青と時間的に切り替えるフィールドシーケンシャルカラー液晶表示装置が検討されている。この方式では、カラーフィルタを空間的に配置する必要がないため、従来の3倍の高精細化が可能である。フィールドシーケンシャル液晶表示装置では、1フィールドの1/3の時間で1色を表示する必要があるため、表示に使用できる時間は約5ms程度となる。従って、液晶自身には、5msよりも短い応答時間が求められる。このような高速応答を実現できる液晶として、強誘電性液晶や反強誘電性液晶のような自発分極を有する液晶

更する、等による高速化が検討されている。

アクティブマトリクス液晶素子で、実際に液晶部に電圧および信号が書き込まれる時間は、各走査線の選択時間（書込み時間）のみである。この時間は、1000本のラインを有し1フィールド時間で書き込む液晶表示装置の場合には、 $16.7\ \mu\text{s}$ （マイクロ秒）であり、フィールドシーケンシャル駆動を行う場合には約 $5\ \mu\text{s}$ である。現状では、このような時間内に応答が終了する液晶素子や液晶の使用形態はほとんど存在しない。上述の自発分極を有する液晶素子や高速化したネマチック液晶においても、このような速い応答をする素子は知られていない。その結果、次のような問題が発生する。つまり、液晶の応答は、通常は信号の書込み終了後に起きることになる。この結果、自発分極を有する液晶では、自発分極の回転による反電場が発生するため、液晶層両端の電圧が急激に低下する。このため、液晶層の両端に書き込んだ電圧が大きく変化する。一方、高速ネマチック液晶でも、誘電率の異方性による液晶層の容量変化が極めて大きくなるため、液晶層に書き込んで保持されるべき保持電圧に変化が起きる。このような保持電圧の低下、すなわち、実効印加電圧の低下は、書込み不足となり画面のコントラストを低下させる。また、同じ信号を書き込みつづけた場合、保持電圧が低下しなくなるまで、輝度の変化を続け、安定した輝度を得るのに数フレームを要してしまう。

ジャパニーズ・アプライド・フィジックスの第36巻のパート1、ナンバー2の720頁から729頁には、画像信号が変化し信号電圧の絶対値が変化したフレームから、同じ画像信号を数フレームに渡って書き込み続けた場合に、「ステップ応答」と呼ばれる現象が見られる旨が記載されている。この現象は、同じ信号電圧に対し、透過率が数フレームに渡って各フィールド毎に明暗の振動をする現象であり、数フレーム後に一定の透過光量に安定する。

上記現象の例を第1～3図の模式図を参照して説明する。

第1図(a)はデータ電圧の波形図、第1図(b)はその時の透過率の波形図である。液晶に第1図(a)のデータ電圧を印加すると、第1図(b)のように、透過率がフィー

ルド毎に明暗の振動をし、ここで示した例では4フレーム目でやっと一定の透過率に落ち着いている。このように、実際の透過率変化に数フレームを必要とするため、表示画像の高速性が失われる。

第2図(a)はデータ電圧の波形図、第2図(b)はゲート電圧、第2図(c)はその時の透過率の波形図である。又第3図は、第2図に示す駆動での走査線毎のタイミングチャートであり、正及び負の表示期間102、104の濃淡は、第2図の透過率に基づく輝度を表わす。また第3図中に、16.7msの時間を矢印で示した。

第3図では、6本の走査線を想定しており、上の走査線から順次、正の書き込み101を行い、正の表示102を得た後、再び上の走査線から順次、負の書き込み103を行い、負の表示104を得る。各走査線に対し、正の書き込み101と正の表示102の期間を加えたものが第1フィールド、負の書き込み103と負の表示104の期間を加えたものが、第2フィールドであり、両フィールドの合計が1フレームとなる。

さて、第2図(a)のデータ電圧を印加し、第2図(b)のゲート電圧でTFTスイッチをオンすると、第2図(c)のようにフィールド毎に透過率が明暗の振動をする。このような透過率の振動は、フリッカとして観察され、表示の品位の劣化を招く。また、第2図(c)に示すように、信号電圧印加後、2フレーム目(4フィールド)で一定の透過率に落ち着いている。

その結果、輝度変化も第3図のように振動する。このように、高速応答液晶を使用しても、実際の輝度の安定には数フレームを必要とするため、表示画像の高速性が失われてしまう。

液晶応答後の透過率は、印加した信号電圧ではなく、液晶応答後の液晶容量に蓄えられた電荷量によって決まる。この電荷量は、信号書き込み以前の蓄積電荷と、新規に書き込んだ書き込み電荷とによって決定される。また、この応答後の蓄積電荷は、液晶の物性定数、電気的パラメータ及び蓄積容量等の画素設計値によっても変化する。このため、信号電圧と透過率の対応をとるには、(1)信号電圧と書き込み電荷の対応、(2)書き込み以前の蓄積電荷、(3)応答後の蓄積電荷の計算を行うための情報と実際の計算、等が必要となる。この結果、(2)を全面に渡って記憶するためのフレームメモリや、(1)や(3)の計算部が必要となる。これは、システムの部品数の増大を招き、好ましくない。

上記問題を解決する方法として、新規データ書き込みの前に所定の液晶状態に揃えるリセット電圧を印加するリセットパルス法が、しばしば用いられる。

一例として、アイ・ディー・アール・シー1997のL-66頁からL-69頁に記載の技術について述べる。この文献では、ネマチック液晶の配向をバイ型の配向とし補償フィルムを付加したOCB（オブティカリ・コンペンセイテッド・バイリフリジェンス）モードを使用している。この液晶モードの応答速度は約2ミリ秒から5ミリ秒とされ、従来のTNモードより格段に速い。

本来、1フレーム内で応答が終了するはずであるが、前述のように、液晶の応答による誘電率の変化により保持電圧の大幅な低下が起こり安定な透過率が得られるまで数フレームを要する。そこで、前掲文献では、1フレーム内で白表示の書き込み後、必ず黒表示を書き込む方法が文献の第5図に示されている。この図を第4図として引用する。横軸は時間であり、縦軸は輝度である。点線が通常の駆動の場合の輝度変化であり、3フレーム目で安定な輝度に到達している。

このリセットパルス法によれば、新規データの書き込み時には必ず所定の状態となっているため、書き込んだ信号電圧と得られる透過率との間に1対1の対応が見られる。この1対1の対応により、駆動用の信号の発生方法が簡便になると同時に、前回の書き込み情報を記憶しておくフレームメモリ等の手段が不要になる。

リセット電圧の別の印加方法として、一定の画像信号に対して正及び負のデータ信号電圧を生成し、正（負）電圧を印加した後に負（正）電圧を印加し、その後リセット電圧を印加する方法も用いられている。この場合には、単純に振幅の等しい正負のデータ信号電圧を印加すると、前述の「ステップ応答」が生じてしまう。そこで、第5図(a)に示す波形を有するデータ信号電圧の印加が行われる。第5図(b)はその時に得られる透過率の波形図である。同図に点線で示した波形は、正負で振幅を等しくした場合のデータ電圧の波形、及び、その波形を印加した時の透過率の波形である。

「ステップ応答」を防ぐためには、第5図(a)に示すように、フレーム前半のデータ電圧（ここでは正のデータ電圧）の振幅を低く設定し、フレーム後半のデータ電圧（ここでは負のデータ電圧）の振幅を点線の波形と同様とする。これによりステップ応答が阻止され、第5図(b)に示すように、フレーム前半及び後半で同

じ透過率が得られる。この後、フレーム終了時にリセットを行うことにより、液晶は、所定のリセットがなされた状態に揃えられる。次のフレームでは、新たに同様の波形を印加することにより、一定の信号電圧に対して一定の透過率という1対1の対応が得られる。

また、これらの問題を解決する別の手段として、エーエムエルシーディー97のダイジェストの119頁から122頁に示される「疑似DC駆動」という駆動方法が提案されている。

第6図及び第7図を参照して、この技術を説明する。第6図は、第2図と同様に、第6図(a)はデータ電圧の波形図、第6図(b)はゲート電圧、及び第6図(c)はその時の透過率の波形図である。また、第7図は走査線毎のタイミングチャートであり、正及び負の表示期間102、104の濃淡は、第6図(c)の透過率に基づく輝度を表わす。また、図6中に16.7msの時間を矢印で示した。

文献内の記載では、16.7msを1フレーム時間と定義しているが、この定義は一般的でないので、本明細書内の図では変更している（文献に記載の1フレーム時間は、本明細書で通常の従来の技術に対していうところの1フィールド時間に相当する）。

「疑似DC駆動」では、通常第2図に示されるAC駆動と異なり、複数のフィールドの間、同じ符号のデータ電圧が印加され続ける。複数フィールド後に、データ電圧の符号が反転され、電気的な偏りを無くす。第6図では、4フィールドの正の書き込み後、4フィールドの負の書き込みが行われて一つの画像信号の表示が終わる。走査線毎の書き込みのタイミングは、第7図に示す通りであり、上から順次正のデータを書込み、それを4回繰り返した後、上から順次負のデータを書込む事を4回繰り返す。

この方法では、印加した一定のDC電圧と液晶の両端の保持電圧が同じとなる状態が得られる。その結果、液晶の応答による保持電圧の低下が無く、また、第2図のAC駆動のように、液晶の応答により保持電圧が低下する方法に比べ、最終的な透過率が高くなる。

しかし、この方法での1フレーム時間は、各々の符号の複数フレームを合計したものとなる。すなわち、第6図の例では、本方式の1フレーム時間は第2図の

フレームの4倍の時間がかかる。

従来のリセットパルス法では、上記いずれのリセットパルス法を採用しても、次のような問題が存在する。それは、まず、リセットを行うタイミングに応じて、画面内の場所によって輝度が大きく変化する問題である。例えば、画面上部から下部に向かって順次に走査する場合に、全ライン走査終了後にリセットを行うと、画面上部ではほぼ1フィールド分の書き込み後の表示時間が得られるのに対し、画面下部では書き込み後に僅かの表示時間しか得られずにリセットが行われる。この現象を、第8図を参照して説明する。

第8図(a)は、書き込み(走査)期間101、表示期間102及びリセット期間103の各期間の状態を、画面の走査方向と時間軸とによる2次元で模式的に表示した図である。この図では、8本の走査線を有し、書き込み期間101で画面上部から下部へと順次に走査が行われ、一定の表示期間102の後にリセット期間103に至り、全画面が一度にリセットされる旨を示している。第8図(b)は、このような駆動方法を利用して白表示を行った場合の画面最上部のすなわち第1番(1本目)の走査線上での走査線電圧及び透過率を模式的に示す。また、第8図(c)は、画面最下部すなわち第8番(8本目)の走査線上での走査線電圧及び透過率を模式的に示す。第1番の走査線では1フレーム期間からリセット期間と応答の立ち上がり期間とを除いた比較的長い期間で白表示が得られるが、第8番の走査線では、応答終了と同時にリセットが始まるため、白表示がほとんど得られない。この結果、同じ信号を表示した場合に、第9図Bに示すように、フレーム期間全体で見ると、画面上部が明るく画面下部は暗いという現象が発生する。このような面内分布は画質を著しく低下させる。

次に、所定の表示状態にする期間が常に存在するため、全体のコントラストや、最大透過率が減少するという問題がある。例えば、リセットによって黒表示の状態にする場合に、黒表示以外の所定の表示が得られる期間はリセットを行わない場合に比べて少なくなり、最大透過率及び各階調の透過率が減少する。一方、リセットによって黒表示以外の状態にする場合、黒表示時にリセット時の透過率が加算され時間的に平均されるため、黒表示の透過率が上昇し、コントラストが低下する。

また、一定の透過率になる期間が常に存在するため、その透過率と他の表示透過率との間でフリッカが発生するという問題がある。例えば、画面全面を同時にリセットする場合には、全画面が同時にちらつくため、フリッカが激しく認識される。

更に、リセット期間分だけ走査期間が短くなるという問題がある。通常、走査期間（書込み時間）は、フレーム時間の半分の時間であるフィールド時間を走査線本数で割ったものにほぼ等しい。しかし、フィールド時間中にリセット期間が設けられると、第8図(a)に示す走査期間101は、フィールド時間からリセット時間103を引いたものを走査線本数（8）で割ったものとなる。この結果、走査期間が短くなる。リセット期間が走査期間に影響を与える問題を解決するための手段として、インターレース駆動とリセットとを組み合わせる手法が、例えば、特開平4-186217号公報に記載されている。この方法では、インターレースモードでFLC（強誘電性液晶）パネルを駆動し、非表示期間にある走査線をリセットする。これにより、リセット期間による走査期間の減少は防がれる。また、隣り合うラインのリセットの周期がずれるため、平均化によりフリッカが減少するものと考えられる。しかし、この方法でも、他の問題である、面内での輝度分布や最大透過率の減少等は改善されない。

一方、疑似DC駆動では、上述のように、AC駆動に比べて長いフレーム時間（第6図及び第7図ではAC駆動の4倍）を必要とし、高速応答性を生かせない。また、その結果として、第7図に輝度を示したような通常のフレーム時間（16.7ms）の数倍で振動する長周期のフリッカを生じる。

発明の概要

上記に鑑み、本発明の目的は、高速応答の液晶表示装置でリセットパルスを用いても、面内輝度のばらつきやフリッカが少く、高コントラスト及び高輝度が得られる液晶表示装置の駆動方法を提供することである。

本発明の他の目的は、上記駆動方法を用いた、高速応答で輝度の面内ばらつきやフリッカが少なく、高コントラストで高輝度な液晶表示装置を提供することである。

本発明の更に他の目的は、リセットパルス法やフレームメモリを用いることなく、印加信号電圧と透過率の間に1対1の対応が見られる液晶表示素子の駆動方法を提供することにある。

また、本発明の更に他の目的は、印加信号電圧と透過率の間に1対1の対応が見られ、且つ、高速な応答が可能な液晶表示素子の駆動方法を提供することにある。更に、それらの駆動方法を使用した液晶表示装置を提供することにある。

上記目的を達成するための、本発明の液晶駆動方法は、各フィールド毎に走査線を順次に走査して画面を表示し、引き続き走査線をリセットする液晶表示装置の駆動方法において、

第1フィールドで走査線を順次に走査した後に一斉にリセットし、該第1フィールドに続く第2フィールドで第1フィールドでの走査順と逆順に走査した後に一斉にリセットすることを特徴とする（以下第1発明という）。

第1発明の液晶駆動方法によると、書込みからリセットに至るまでの時間が表示パネルの面内で平均化されるので、均一な面内輝度分布が得られる。

第1発明の駆動方法でインターレース駆動を行う際には、第1フレームで奇数番の走査線を例えば上から下に順次に走査し、第2フレームで偶数番の走査線を下から上に順次に走査することが好ましい。

インターレース駆動を行うに際して、1フレーム中に、1本の走査線で2回の書込み期間を有すること、及び、2回のリセット期間を有することも本発明の好ましい態様である。ここで、1フレーム中に、1本の走査線で1回のリセット期間を有し、リセット後の1回目の書込み時のデータ信号電圧の絶対値が2回目の書込み時のデータ信号電圧の絶対値より小さいように構成することができる。

第1発明によれば、高速応答の液晶表示装置においてリセットパルスを用いても面内の輝度分布が少なく、フリッカが少なく、高コントラストで高輝度であり、電氣的な非対称性の影響がない駆動方法を実現できる。また、第1発明によれば、それらの駆動方法を使用した液晶表示装置、及び、フィールドシーケンシャル液晶表示装置を実現できる。

上記目的を達成するための、本発明に係る液晶表示素子の駆動方法（以下、第1の駆動方法と言う）は、1フレームが、第1フィールドと第2フィールドとに

より構成され、

第1フィールドで所定の信号電圧でデータを複数回書き込み、

次いで、第2フィールドで信号電圧の符号を反転し、複数回データを書き込むことを特徴としている（以下第2発明という）。

また、本発明に係る液晶表示素子の別の駆動方法（以下、第2の駆動方法と言う）は、極性が正負に所定周期で反転する信号電圧で1フレーム内に複数回データを書き込むことを特徴としている（以下第3発明という）。

また、第3及び第4の駆動方法は、それぞれ、第2及び第3発明で、走査線群を複数個のブロックに分割し、複数個のブロックを同時に走査する。

更に、第5及び第6の駆動方法は、1フレームが、3色のカラーに応じて3つのフィールドに分割され、各フィールド内でデータが順次表示されるフィールドシーケンシャル液晶表示装置の駆動方法であって、それぞれ、

各色の駆動方法が第3又は第4の駆動方法によることを特徴としている。

第1の駆動方法は、前述した疑似DC駆動法の周波数を増大したものに相当するものであって、AC駆動により1フィールド内に複数回の書き込みを行う。

第2の駆動方法は、AC駆動の周波数を増大したものに相当し、1フレームの間に複数周期のAC駆動を行う。

第3の駆動方法は、第1の駆動方法で、走査線を複数のブロックに分割し、同時に走査する方法である。第4の駆動方法は、第2の駆動方法で走査線を複数のブロックに分割し、同時に走査する方法である。

第2及び第3発明の第5の駆動方法は、フィールドシーケンシャル表示であり、第1及び第3の駆動方法と同様の駆動で、且つ、各色が正の複数回の書き込みと表示期間と負の複数回の書き込みと表示期間で構成される。

第2及び第3発明の第6の駆動方法は、フィールドシーケンシャル表示であり、第2及び第4の駆動方法と同様の駆動で、且つ、各色が複数回のAC駆動と表示期間で構成される。

第2及び第3発明に係る液晶表示装置は、第1から第4の駆動方法を用いた液晶表示装置である。また、第2及び第3発明に係る別の液晶表示装置は、第5及び第6の駆動方法を用いたフィールドシーケンシャル液晶表示装置であって、液

晶表示モードの有する視野角依存性と駆動方法起因のパネル面内輝度分布を相殺する液晶表示装置である。

第2及び第3発明によると、高速応答の液晶表示装置において、リセットパルスを用いることなく、画像データ間の演算をすることもなく、高コントラストで高輝度であり、電氣的な非対称性の影響の無い、液晶表示素子の駆動方法を実現することができる。更にそれらの駆動方法を使用した液晶表示装置、及び、フィールドシーケンシャル液晶表示装置も実現することができる。

図面の簡単な説明

第1図は、従来の高速応答液晶におけるステップ応答を説明する図であり、第1図(a)は印加電圧の波形図、第1図(b)は第1図(a)の印加電圧の時の透過率変化である。

第2図は、従来のAC駆動法でデータ信号波形を説明する図であり、第2図(a)はデータ線印加電圧の波形図、第2図(b)はゲート線印加電圧の波形図、第2図(c)は高速応答液晶に第2図(a)及び(b)の電圧を印加した時の透過率変化を示す図である。

第3図は、第2図の従来のAC駆動法での走査線毎のタイムチャート及び走査線毎の表示輝度を示す図である。

第4図は、従来のOCBモードに対してリセット法の駆動を適用した場合の輝度の時間変化を示す図である。

第5図は、ステップ応答を防ぐためのデータ信号波形を説明する図であり、第5図(a)は印加電圧の波形図、第5図(b)は第5図(a)の印加電圧の時の透過率変化である。

第6図は、従来の疑似DC駆動法でデータ信号波形を説明する図であり、第6図(a)はデータ線印加電圧の波形図、第6図(b)はゲート線印加電圧の波形図、第6図(c)は高速応答液晶に第6図(a)及び(b)の電圧を印加した時の透過率変化を示す図である。

第7図は、第6図の従来の疑似DC駆動法での走査線毎のタイムチャート及び走査線毎の表示輝度を示す図である。

、第8図は、従来の駆動方法を示す図で、第8図(a)は走査線毎のタイムチャート、第8図(b)は第1番の走査線の走査線電圧と透過率の波形図、第8図(c)は第8番の走査線の走査線電圧と透過率の波形図である。

第9図は、従来の駆動方法によるパネル面内輝度分布図であり、第9図Aは第8図(a)の1Aから1Fの各瞬間における輝度分布、第9図Bはフレーム時間で時間平均された輝度分布である。

第10図は、本発明の第1実施形態例の構成及び動作を示す図であり、第10図(a)は走査線毎のタイムチャート、第10図(b)は第1番の走査線の走査線電圧と透過率の波形図、第10図(c)は第8番の走査線の走査線電圧と透過率の波形図である。

第11図は、第1実施形態例の動作を示すパネル面内輝度分布図であり、第11図Aは第10図(a)の1Aから1Fの各瞬間における輝度分布、第11図Bはフレーム時間で時間平均された輝度分布である。

第12図は、本発明の第2実施形態例の構成及び動作を示す図であり、第12図(a)は走査線毎のタイムチャート、第12図(b)は第1番の走査線の走査線電圧と透過率の波形図、第12図(c)は第8番の走査線の走査線電圧と透過率の波形図である。

第13図は、本発明の第2実施形態例の動作を示すパネル面内輝度分布図であり、第13図Aは第12図(a)の2Aから2Fの各瞬間における輝度分布、第13図Bはフレーム時間で時間平均された輝度分布である。

第14図は、本発明の第3実施形態例の構成及び動作を示す図であり、第14図(a)は走査線毎のタイムチャート、第14図(b)は第1番の走査線の走査線電圧と透過率の波形図、第14図(c)は第8番の走査線の走査線電圧と透過率の波形図である。

第15図は、本発明の第3～第5の実施形態例の動作を示す、フレーム時間で時間平均されたパネル面内輝度分布図であり、第15図Aは第3の実施形態例、第15図Bは第4及び第5の実施形態例の分布図である。

第16図は、本発明の第4実施形態例の構成及び動作を示す図であり、第16図(a)は走査線毎のタイムチャート、第16図(b)は第1番の走査線の走査線電圧と透過率の波形図、第16図(c)は第8番の走査線の走査線電圧と透過率の波形図である。

第17図は、本発明の第5の実施形態例の構成及び動作を示す図であり、第17図(a)は走査線毎のタイムチャート、第17図(b)は第1番の走査線の走査線電圧と透過

率の波形図、第17図(c)は回 8 番の走査線の走査線電圧と透過率の波形図である。

第18図は、本発明の第 6 及び第 7 の実施形態例の構成及び動作を示す図であり、第18図(a)は第 6 実施形態の走査線毎のタイムチャート、第18図(b)はフレーム時間で時間平均されたパネル面内輝度分布図、第18図(c)は第 7 の実施形態例の走査線毎のタイムチャートである。

第19図は、本発明の第 8 及び第 9 実施形態例の構成及び動作を示す図であり、第19図Aは第 8 の実施形態例の光源輝度と走査線毎のタイムチャート、第19図Bは第 9 の実施形態例の光源輝度と走査線毎のタイムチャートである。

第20図は、従来のフィールドシーケンシャル液晶表示装置の駆動方法でパネル面内輝度分布をなくすための駆動方法、及び、光源輝度の構成を示す図であり、光源輝度と走査線毎のタイムチャートである。

第21図は、本発明の第10実施形態例の構成及び動作を示す、光源輝度と走査線毎のタイムチャートである。

第22図は、本発明の第11実施形態例に係る液晶表示装置の薄膜トランジスタレイの平面図である。

第23図は、第11実施形態例に係る液晶表示装置の側面図である。

第24図は、第14実施形態例の構成及び動作を説明する波形図であり、第24図(a)はデータ線印加電圧の波形図、第24図(b)はゲート線印加電圧の波形図、第24図(c)は高速応答液晶に第24図(a)及び(b)の電圧を印加した時の透過率変化を示す図である。

第25図は、走査線毎のタイムチャート及び走査線毎の表示輝度を示す図である。

第26図は、第15実施形態例の構成及び動作を説明する波形図であり、第26図(a)はデータ線印加電圧の波形図、第26図(b)はゲート線印加電圧の波形図、第26図(c)は高速応答液晶に第26図(a)及び(b)の電圧を印加した時の透過率変化を示す図である。

第27図は、走査線毎のタイムチャート及び走査線毎の表示輝度を示す図である。

第28図は、第16実施形態例の走査線毎のタイムチャート及び走査線毎の表示輝度を示す図である。

第29図は、第17実施形態例の走査線毎のタイムチャート及び走査線毎の表示輝

度を示す図である。

第30図は、第18実施形態例の光源輝度と走査線毎のタイムチャートである。

第31図は、第19実施形態例の光源輝度と走査線毎のタイムチャートである。

第32図は、第20実施形態例の液晶表示装置の層構造を示す断面図である。

第33図は、第6実施例の液晶表示装置の動作を示す図であり、第33図(a)はデータ線印加電圧の波形図、第33図(b)はゲート線印加電圧の波形図、第33図(c)は第33図(a)及び(b)の電圧を印加した時の透過率変化を示す図である。

図34図は、第7実施例の液晶表示装置の動作を示す図であり、第34図(a)はデータ線印加電圧の波形図、第34図(b)はゲート線印加電圧の波形図、第34図(c)は第33図(a)及び(b)の電圧を印加した時の透過率変化を示す図である。

発明の好ましい態様

次に、図面を参照し本発明の第1発明に関する実施形態例及び実施例に基づいて本発明を更に詳細に説明する。なお従来技術で述べた各期間と同一期間については同一符号を付して詳細な説明を省略する。

第1実施形態例

第10図は、本発明の第1発明の第1の実施形態の駆動方法を示すための図で、同図(a)は走査線毎の時間配分の構成を示すタイムチャートである。横軸は時間軸で、縦軸は走査線軸である。この図では8本の走査線の例を示している。また、同図(b)は、同図(a)における第1番(1本目)の走査線における走査線電圧及びその透過率を示すタイムチャートで、同図(c)は第8番(最終)の走査線における走査線電圧及び透過率を示すタイムチャートである。

本実施形態例では、書込み期間101において、各走査線を順次に選択しデータを書き込んだ後に、表示期間102に移行して表示を行い、引き続き、リセット期間103において各走査線が一斉にリセットされる。ここで、1フレーム内の第1フィールドと第2フィールドとでは走査線を走査する順番が異なる。つまり、第1フィールドでは第1番の走査線から第8番の走査線まで上から下に向かって順次に走査し、第2フィールドでは第8番の走査線から第1番の走査線まで下から

上に向かって走査する。なお、第1フィールドと第2フィールドの走査順序を夫々逆にしてもよい。

第10図(b)に示すように、第1番の走査線では、第1フィールドの初期に書き込み用の走査信号が印加され、そのフィールド終了時にリセット用の走査信号が印加される。また、第2フィールドでは、逆にその末期に書き込み用の走査信号が印加され、そのフィールドの終了時にリセット用の走査信号が印加される。一方、第10図(c)に示すように、第8番の走査線では、第1フィールドの末期に書き込み用の走査信号が印加され、そのフィールドの終了時にリセット用の走査信号が印加される。また、第2フィールドでは、逆にその初期に書き込み用の走査信号が印加され、そのフィールドの終了時にリセット用の走査信号が印加される。なお、第10図(b)及び(c)に示した例では、書き込み信号は白表示（高透過率）の信号としてあり、リセット時には黒表示（低透過率）の信号としてあるが、書き込み時の透過率自体は、実際の書き込みデータに応じて異なる。

第1番の走査線では、第1フィールドの初期から透過率が上昇し始め、書き込み終了後に最大透過率に達し、フィールド終了時のリセット期間で最低透過率となる。また、第2フィールドでは逆にその末期に透過率が上昇し始め、書き込み終了後に最大透過率に達し、その直後のリセット期間で最低透過率となる。他方、第8番の走査線では、第1フィールドの末期から透過率が上昇し始め、書き込み終了後に最大透過率に達し、その直後のリセット期間で最低透過率となる。また、第2フィールドでは逆にその初期に透過率が上昇し始め、書き込み終了後に最大透過率に達し、フィールド終了時のリセット期間で最低透過率となる。

第11図Aは、第10図に示した例における液晶表示パネルの各瞬間における面内輝度分布図であり、画面1A、1B及び1Cは夫々、第10図(a)において同じ符号で示した時点に対応しており、第1フィールドの書き込み初期の時点、その書き込み後期の時点、及び、第1フィールド末期の時点における各輝度分布を示す。また、画面1D、1E及び1Fは夫々、第10図(a)において同じ符号で示した時点に対応しており、第2フィールドの書き込み初期の時点、その書き込み後期の時点、及び、第2フィールド末期の時点における各輝度分布を示している。第11図Bは、実際に観察される輝度分布、つまり、フレーム時間にわたって時間平均された輝度分

布である。第11図Aに示すように、第10図(c)の透過率変化に対応し、第1フィールドの1A及び1Bではパネル上部が下部より明るくなり、第2フィールドの1D及び1Eではパネル下部が上部より明るくなる。またフィールド末期1C及び1Fでは、第1及び第2フィールド共に黒表示となる。このように、各瞬間では面内の輝度分布が大きいものの、これら輝度を時間平均した第11図Bで理解できるように、面内の輝度分布の差異が平均化されて、観察される面内輝度は均一である。

第2実施形態例

第12図(a)～(c)は夫々、本発明の第2の実施形態例を、第10図(a)～(c)と同様の表示方法で示すタイムチャートである。本実施形態例では、第1の実施形態例と同様に双方向走査を行っているが、リセット期間の配置が異なること、及び、インターレース駆動を行っていることにおいて、第1の実施形態例と異なる。本実施形態例では、8本の全走査線の内の半数（奇数番）を第1フィールドで走査（選択）し、残りの半数（偶数番）を第2フィールドで走査する。各走査線におけるリセット期間103は、その非走査（選択）のフィールドの終了時に配置している。つまり、奇数番の走査線は、第1フィールド中に書込み期間101があり、上から順次に走査して書込みが行われ、その後表示期間102が続き、第2フィールドの終了時にリセット期間103が設けられる。一方、偶数番の走査線は、第1フィールド終了時にリセット期間103が設けられ、第2フィールド中に書込み期間101があり、下から順次に走査して書込みが行われ、その後表示期間102が続き、次のフレーム（図示されていない）の第1フィールド終了時に次のリセット期間が設けられる。

第1フィールドでは、上から奇数番目の走査線を上から順次に走査し、第2フィールドでは上から偶数番目の走査線を下から順次に走査する。つまり、第1番の走査線では、第1フィールドの初期に書込み用の走査信号が印加され、第2フィールドの終了時にリセット用の走査信号が印加される。このため、第1フィールド初期から透過率が上昇し始め、書込み終了後に最大透過率に達し、第2フィールドの終了時のリセット期間で最低透過率となる。一方、第8番の走査線では、第1フィールドの終了時にリセット用の走査信号が印加され、第2フィールドの

初期に書き込み用の走査信号が遮られる。このため、第1フィールド終了時に最低透過率となり、第2フィールド初期に透過率が上昇し始め書き込み終了後に最大透過率に達する。

第13図A及びBは夫々、第2の実施形態例の輝度分布を第11図A及びBと同様に示す。第13図Aにおける画面2A～2Fは、第12図(a)において同じ符号で示す各時点に対応している。第13図Aに示すように、第12図(c)の透過率変化に対応し、第1フィールドでは、偶数番の走査線は書き込み初期及び書き込み後期では常に明るく、奇数番の走査線はパネル上部が下部より明るい。一方、第2フィールドでは、奇数番の走査線は書き込み初期及び書き込み後期では常に明るく、偶数番の走査線はパネル下部が上部より明るい。またフィールド末期では、第1フィールドは偶数番の走査線が黒に、奇数番の走査線が白になり、第2フィールドは奇数番の走査線が黒に、偶数番目の走査線が白になる。このように、各瞬間では面内の輝度分布が大きいものの、この特性を時間平均した図13Bで理解できるように、面内の輝度分布の差異が大きく緩和される。ここで、パネル上部及び下部には走査線に対応して明暗の縞が生じるものの、パネル中央部では、この縞がとんど生じない。実際の画面では、走査線のピッチが細かいため、この明暗の縞は空間的に平均されて、パネル前面にわたってほぼ均一な表示が得られる。

第2の実施形態例では、第1の実施形態の第11図Bの輝度と比べて輝度がきわめて高いという利点を有する。更に、フリッカはインターレース駆動の奇数及び偶数のライン毎に発生するので、ライン間の平均化により、観測されるフリッカは低減する。また、全画面が黒表示になる期間が全く存在しない点も、フリッカの低減に効果がある。

第3実施形態例

第14図(a)～(c)は夫々、本発明の第3の実施形態例を、第10図(a)～(c)と同様の表示方法で示すタイムチャートである。本実施形態では、第2の実施形態例と同様にインターレース駆動で双方向走査を行っており、第2の実施形態例のフレーム周波数を2倍にした駆動方法に相当する。つまり、第10図(a)に示すように、奇数番の走査線は第1フィールドの前半中に書き込み期間101があり、上から順次に走査し書き込みが行われ、その後に表示期間102が続き、フィールドの終了時にリセ

ット期間103 が設けられる。第2フィールドも同様に時間配分される。一方、偶数番の走査線は、第1フィールドの前半終了時にリセット期間103 が設けられ、フィールド後半に書き込み期間101 があり下から順次に走査が行われ、その後に表示期間102 が続く。第2フィールドも同様に時間配分され、その後、次のフレーム（図示されていない）の第1フィールドの前半終了時にリセット期間が設けられる。

第1番の走査線は、第14図(b)に示すように、第1フィールドの初期に書き込み用の走査信号が、第1フィールド終了時にリセット用の走査信号が、第2フィールドの初期に書き込み用の走査信号が、第2フィールド終了時にリセット用の走査信号が夫々印加される。これにより、第1フィールド初期から透過率が上昇し始め、書き込み終了後に最大透過率に達し、第1フィールドの終了時のリセット期間で最低透過率となり、第2フィールド初期から透過率が上昇し始め、書き込み終了後に最大透過率に達し、第2フィールドの終了時のリセット期間で最低透過率となる。一方、第8番の走査線は、第14図(c)に示すように、第1フィールド前半の終了時にリセット用の走査信号が、第1フィールド後半の初期に書き込み用の走査信号が、第2フィールド前半の終了時にリセット用の走査信号が、第2フィールド後半の初期に書き込み用の走査信号が夫々印加される。これにより、第1フィールド前半の終了時に最低透過率となり、第1フィールド後半初期に透過率が上昇し始め、書き込み終了後に最大透過率に達し、第2フィールド前半の終了時に最低透過率となり、第2フィールド後半初期に透過率が上昇し始め、書き込み終了後に最大透過率に達する。

第15図Aは、上記第3の実施形態例で実際に観察される、フレーム時間にわたって時間平均された輝度分布である。第9図Bの従来の駆動方法で見られた面内の輝度分布が緩和されている。本実施形態例では、1フレーム間に2度のリセット期間が設けられるため、第2の実施形態例ほどの高輝度は得られない。その他の特徴は、第2の実施形態例と同様であるが、電気的な非対称性が大きく異なる。第10図の第1の実施形態の書き込みでは、第1フィールドと第2フィールドの表示期間102 の長さが異なることが多い。これは、強誘電性液晶や反強誘電性液晶のように自発分極を有する液晶の場合に、分極が発生する反電場起因の電気的な非

対称性を生じ易く、イオン[●]の焼き付き等の原因となる。また、[●]2図の第2の実施形態例の書き込みでは、1フレーム中に1度の書き込みしかないので、データ信号の極性に応じた電氣的な非対称性が生じる。これに対し、本実施形態例では、第1フィールドと第2フィールドの表示期間102の長さが同じであり、且つ、各フィールドに対応して両方の極性のデータ信号を書き込めるので、電氣的な非対称性はなく、焼き付きの発生がない。

第4実施形態例

第16図(a)～(c)は夫々、第4の実施形態例を第10図(a)～(c)と同様に示すタイムチャートである。本実施形態例では、第2及び第3の実施形態例と同様にインターレース駆動で且つ双方向走査を行っているものの、フィールド内でインターレース駆動し、フィールド同士は双方向走査の関係となっている点においてこれら先の実施形態例とは異なる。つまり、奇数番の走査線は第1フィールドの前半中に書き込み期間101があり上から順次に走査し、その後に表示期間102が続き、第1フィールド終了時にリセット期間103が設けられる。次いで、第2フィールドの前半中に書き込み期間101があり下から順次に走査し、その後に表示期間102が続き、第2フィールド終了時にリセット期間103が設けられる。一方、偶数番の走査線は、第1フィールドの前半終了時にリセット期間103が設けられ、フィールド後半中に書き込み期間101があり上から順次に走査され、その後に表示期間102が続く。引き続き、第2フィールドの前半終了時にリセット期間103が設けられ、フィールド後半中に書き込み期間101があり下から順次に走査され、その後に表示期間102が続き、次のフレーム（図示されていない）の第1フィールドの前半終了時にリセット期間が設けられる。

第1番の走査線では、第16図(b)に示すように、第1フィールドの初期に書き込み用の走査信号が、第1フィールド終了時にリセット用の走査信号が、第2フィールドの末期に書き込み用の走査信号が、第2フィールド終了時にリセット用の走査信号が夫々印加される。これにより、第1フィールド初期から透過率が上昇し始め、書き込み終了後に最大透過率に達し、第1フィールドの終了時のリセット期間で最低透過率となり、第2フィールド前半末期から透過率が上昇し始め、書き込み終了後に最大透過率に達し、第2フィールドの終了時のリセット期間で最低透過

率となる。一方、第8番の走査線では、第16図(c)に示すように、第1フィールド前半の終了時にリセット用の走査信号が、第1フィールド後半の末期に書き込み用の走査信号が、第2フィールド前半の終了時にリセット用の走査信号が、第2フィールド後半の初期に書き込み用の走査信号が夫々印加される。これにより、第16図(c)に示すように、第1フィールド前半の終了時に最低透過率となり、第1フィールド後半末期に透過率が上昇し始め、書き込み終了後に最大透過率に達し、第2フィールド前半の終了時に最低透過率となり、第2フィールド後半初期に透過率が上昇し始め、書き込み終了後に最大透過率に達する。

第15図Bは、本実施形態例で実際に観察される、フレーム時間にわたって時間平均された輝度分布を示す。本実施形態例では、第9図Bの従来の駆動方法や第15図Aの第3の実施形態例で見られた面内の輝度分布がなくなる。この結果、第2及び第3の実施形態例で見られた明暗の縞が発生しない。また、同様に面内に輝度分布がない第11図Bの第1の実施形態とは異なり、フリッカはインターレース駆動の奇数・偶数のライン毎に発生するので、ライン間の平均化により、観測されるフリッカが低減する。また、全画面が黒表示になる期間が全く存在しない点もフリッカの低減に効果がある。更に、第10図の第1の実施形態例に比して実質的な周波数が高いため、第1フィールドと第2フィールドの表示期間の長さの差が第1の実施形態例に比して半分程度になると共に、1フレーム内で2回の書き込みが可能である。この結果、第1フィールドと第2フィールドの表示期間102の長さの差が少なく、且つ、各フィールドに対応して両方の極性のデータ信号を書き込めるので、電気的な非対称性は生じにくく、焼き付きの発生が少ない。

第5実施形態例

第17図(a)～(c)は夫々、本発明の第5の実施形態例を第10図(a)～(c)と同様に示すタイムチャートである。本実施形態例では、第2～第4の実施形態例と同様にインターレース駆動で双方向走査を行っているものの、フィールド内でインターレース駆動をし且つ双方向の走査を行い、フィールド同士も双方向走査の関係となっている。つまり、奇数番の走査線は第1フィールドの前半中に書き込み期間101があり上から順次に走査し、その後に表示期間102が続き、フィールド終了時にリセット期間103が設けられる。次いで、第2フィールドの前半中に書き込み期間

101 があり下から順次に走査され、その後に表示期間102 が続き、フィールド終了時にリセット期間103 が設けられる。一方、偶数番の走査線は第1フィールドの前半終了時にリセット期間103 が設けられ、フィールド後半中に書き込み期間101 があり下から順次に走査され、その後に表示期間102 が続く。次いで、第2フィールドの前半終了時にリセット期間103 が設けられ、フィールド後半中に書き込み期間101 があり上から順次に走査され、その後に表示期間102 が続き、次のフレーム（図示されていない）の第1フィールドの前半終了時にリセット期間が設けられる。

第1番の走査線では、第17図(b)に示すように、第1フィールドの初期に書き込み用の走査信号が、第1フィールド終了時にリセット用の走査信号が、第2フィールドの末期に書き込み用の走査信号が、第2フィールド終了時にリセット用の走査信号が夫々印加される。これにより、第1フィールド初期から透過率が上昇し始め、書き込み終了後に最大透過率に達し、第1フィールドの終了時のリセット期間で最低透過率となり、第2フィールド前半末期から透過率が上昇し始め、書き込み終了後に最大透過率に達し、第2フィールドの終了時のリセット期間で最低透過率となる。一方、第8番の走査線では、第17図(c)に示すように、第1フィールド前半の終了時にリセット用の走査信号が、第1フィールド後半の初期に書き込み用の走査信号が、第2フィールド前半の終了時にリセット用の走査信号が、第2フィールド後半の末期に書き込み用の走査信号が夫々印加される。これによって、第1フィールド前半の終了時に最低透過率となり、第1フィールド後半初期に透過率が上昇し始め、書き込み終了後に最大透過率に達し、第2フィールド前半の終了時に最低透過率となり、第2フィールド後半末期に透過率が上昇し始め、書き込み終了後に最大透過率に達する。本発実施形態で実際に観察される、フレーム時間にわたって時間平均されたパネル面内の輝度分布図は、第4の実施形態を示す第15図Bと同様である。その他の特徴も第4の実施形態例と同様である。

第6実施形態例

第18図(a)は、本発明の第6の実施形態例を第10図(a)と同様に示すタイムチャートである。本実施形態例では、第2～第5の実施形態例と同様にインターレース駆動で双方向走査を行っているものの、図5で示したデータ信号電圧を使用した

時の走査タイミングであり、1フレーム内に2回の書き込み期間101と1回のリセット期間103とが存在する点において先の実施形態例とは異なる。つまり、奇数番の走査線は、第1フィールドの前半中に書き込み期間101があり上から順次に走査し、その後に表示期間102が続く。次いで、第2フィールドの前半中に書き込み期間101があり上から順次に走査し、その後に表示期間102が続き、フィールド終了時にリセット期間103が設けられる。一方、偶数番の走査線は、第1フィールドの中期にリセット期間103が設けられ、フィールド後半中に書き込み期間101があり下から順次に走査され、その後に表示期間102が続く。次いで、第2フィールドのフィールド後半中に書き込み期間101があり下から順次に走査され、その後に表示期間102が続き、次のフレーム（図示されていない）の第1フィールドの中期にリセット期間が設けられる。

第18図(b)は、本実施形態例で実際に観察される、フレーム時間にわたって時間平均された輝度分布である。第9図Bの従来の駆動方法で見られた面内の輝度分布が緩和されるものの、パネル上部及び下部では走査線に対応して明暗の縞が生じる。パネル中央部では、この縞はほとんど生じない。走査線のピッチが細かい時には、この明暗の縞は空間的に平均され、パネル全面にわたってほぼ均一な表示が得られる。また、従来の第9図Bや第1の実施形態の第11図Bと比べて輝度がきわめて高い。更に、第2の実施形態と比べると、リセット期間から次の書き込み期間までの時間が短いため高い輝度が得られる。更に、フリッカは、インターレース駆動の奇数・偶数のライン毎に発生するので、ライン間の平均化により、観測されるフリッカが低減する。また、全画面が黒表示になる期間が存在しない点もフリッカの低減に効果がある。

第7実施形態例

第18図(c)は、本発明の第7の実施形態例を第10図(a)と同様に示すタイムチャートである。本実施形態例は、第6の実施形態例とほぼ同様であるものの、第2フィールドの走査方向が異なり、第2～第5の実施形態と同様のインターレース駆動で且つ双方向走査を行っている。つまり、奇数番の走査線は、第1フィールドの前半中に書き込み期間101があり上から順次に走査し、その後に表示期間102が続く。次いで、第2フィールドの前半中に書き込み期間101があり下から順次に走

査し、その後に表示期間102 が続き、フィールド終了時にリセット期間103 が設けられる。一方、偶数番の走査線は、第1フィールドの中期にリセット期間103 が設けられ、フィールド後半中に書き込み期間101 があり下から順次に走査され、その後に表示期間102 が続く。続いて、第2フィールドのフィールド後半中に書き込み期間101 があり上から順次に走査され、その後に表示期間102 が続き、次のフレーム（図示されていない）の第1フィールドの中期にリセット期間が設けられる。時間平均されたパネルの輝度分布は、第6の実施形態例の第18図(b)と同様である。

第8実施形態例

第19図Aは、本発明の第8の実施形態例を示すタイムチャートである。本実施形態例ではフィールドシーケンシャル表示を行うことを前提としており、第10図(a)のタイムチャートに加え、縦軸の一つとして光源のパネルに入射する輝度が示されている。光源は、この図では、赤・緑・青の順で走査される。なお、この順番は、データ信号の入れ替えと対応して、任意に入れ替えることが可能である。光源は、走査線のリセット期間中はパネル側に入射せず、且つ、この期間は、他の色に切り替える期間となる。走査に関しては、第5図のデータ信号電圧を使用した時の走査タイミングと同様であるが、フィールドシーケンシャル表示であるため、1フレーム中に3回のリセット期間103 が存在する。各色の走査中は、2回の書き込み期間101 が設けられ、正負のデータ信号を符号毎に各書き込み期間に分配して印加する。2回の書き込みの後に、リセット期間103 が設けらる。この2回の書き込み及び1回のリセットから成る組が各色に同期して3回繰り返される。これらの光源及び走査線の走査の結果、1フレーム中に各色の情報が表示され1画素単位でカラー表示を行うことが可能である。従来の第8図の駆動方法を3回繰り返すことによりフィールドシーケンシャル表示を行う場合に比べて、リセット期間の回数が半分のため、輝度の高い表示が可能である。なお、観察されるパネル面内輝度分布は、第9図Bと同様に画面下部が暗い表示となる。

第9実施形態例

第19図Bは、本発明の第9の実施形態例を第19図Aと同様に示すタイムチャートである。光源は、第8の実施形態と同様に赤・緑・青の順で走査される。なお、

この順番は、データ信号の入替えと対応して、任意に入れ替えることが可能である。本実施形態例は、光源が走査線のリセット期間中のみならずリセット後1回目の書き込み期間中及び表示が安定するまでの期間中は、パネル側に入射せず、且つ、他の色に切り替える期間とされる点において第8の実施形態例と異なる。つまり、パネル上部から下部までリセット状態から新規な表示状態への移行が完了した後に、光源の光がパネルに入射されて観察者に認識される。この方法により、第8の実施形態で見られたパネル面内輝度分布がなくなり、全画面で均一な輝度が得られる。第20図は、従来のフィールドシーケンシャル表示でパネル面内輝度分布をなくすための形態の光源の輝度の時間配分と走査線毎の時間配分の構成と動作を示すタイムチャートである。従来は、リセットが終わり書き込み表示が安定した後に、光源からの光をパネルに入射させており、光源を点灯させる時間が極めて短い。これに対して、本実施形態例では、光源点灯時間が長く確保できるためパネル全体の輝度が高い。

第10実施形態例

第21図は、本発明の第10の実施形態例を第18図(a)と同様に示すタイムチャートである。光源は、赤・緑・青の順で走査される。なお、この順番は、データ信号の入れ替えと対応して、任意に入れ替えることが可能である。走査に関しては、図10の第1の実施形態の双方向走査の走査タイミングと同様であるが、フィールドシーケンシャル表示であるため、1フレーム中に3回のリセット期間103が存在する。各色の走査中は、2回の書き込み期間101が設けられ、正負のデータ信号を符号毎に各書き込み期間に分配して印加する。夫々の書き込み期間101は、上からの走査と下からの走査の双方向の走査に対応する。第21図では、例えば光源が赤色の時に、上からの走査が行われ、次いで、リセット期間、下からの走査、リセット期間というように、2回の書き込みと2回のリセットから成る組が各色に同期して3回繰り返される。ここでは、1回の書き込みと1回のリセットをサブフィールドと呼ぶことにする。各色に対し第1のサブフィールド及び第2のサブフィールドが存在し、これらを組としてこの組が3回繰り返されて1フレームが構成される。光源は第1のサブフィールドの始まりと共に点灯され、第2のサブフィールドのリセット期間の直前に消灯され、リセット期間中に他の色への切り替えが

行われる。これらの光源及び走査線の走査の結果、1フレーム中に各色の情報が表示され1画素単位でカラー表示を行うことが可能である。第1の実施形態と同様な双方向の走査のため、第9の実施形態例のように光源の点灯時間を調整する必要がなく、パネル面内での輝度分布がない。また、第20図の従来の方法より光源点灯期間が長いため、輝度が高い。更に、第20図ではサブフィールド毎に光源をオン・オフする必要があるが、本実施形態ではその必要が無い。

第11実施形態例

本発明の第11の実施形態例は、第1から第7の実施形態例の駆動方法のいずれかを用いた液晶表示装置である。第22図は、本実施形態例の液晶表示装置を示すもので、一方の基板上のTFT（薄膜トランジスタ12）アレイを示す平面図である。本実施形態例の基板は、TFT基板と対向基板とから構成され、TFT基板は第22図に示すように、複数のゲートバスライン13、複数のドレインバスライン11、及び複数のTFT1から成るアレイを有し、各画素に少なくとも一つの画素電極14を有する。第23図は、本実施形態例の液晶表示装置の断面を示す模式図である。2枚の支持基板16の夫々の上に電極17が形成され、その上に液晶を配向させる配向膜18が形成される。この一对の支持基板16間に、液晶19を挟持し一对の偏光板15を外部に設ける。

本実施形態の動作は以下の通りである。各ドレインバスライン11には、所定周波数で各駆動方法に対応した信号データ波形が各ゲートライン13に対応して印加される。一方、各ゲートバスライン13には、そのラインが選択される時にTFT12のスイッチをオンするような各実施形態例で示した波形が印加され、これにより、ドレインライン11の波形が表示電極により液晶に印加される。再度ゲートライン13が選択されるまで液晶部に電圧が保持される。これにより液晶がメモリ性を持たなくても、表示の保持動作が可能である。リセットは、ドレインライン11にリセット用の所定の信号データを印加し、且つ、TFT11のスイッチをオンするような波形が各実施形態で示したタイミングで印加される。これにより、本発明の第1から第7の実施形態例のいずれかの駆動方法を適用した液晶表示装置が実現される。

第12実施形態例

本発明の第12の実施形態例は、第23図に示したと同様な構造を有し、第8から第10の実施形態例の駆動方法のいずれかを用いた液晶表示装置である。2枚の支持基板16の夫々の上に電極17が形成され、その上に液晶19を配向させる配向膜18が形成される。この一对の支持基板間に、液晶19を挟持し一对の偏光板15を外部に設ける。更に、一方の偏光板15の側にフィールドシーケンシャル表示用の図示しない光源を備える。この構成により、第8から第10の実施形態例のいずれかの駆動方法を適用した液晶表示装置が実現される。

第13実施形態例

本発明の第13の実施形態例は、第11及び第12の実施形態例の液晶表示装置において、液晶表示モードが有する視角依存性と駆動方法によるパネル面内輝度分布を相殺、若しくは、全体的に緩和する構成を採用する。この構成により、液晶表示モードの有する視角依存性、及び、駆動方法に起因するパネル面内輝度分布、が緩和され、非常に良好な表示の液晶表示装置が実現される。

次に、本発明の上記した第1発明の実施形態例を実際に適用した液晶表示装置の具体的構成例を各実施例として示す。

第1実施例

480本のゲートバスライン及び640本のドレインバスラインにスパッタ法で形成されたクロミウム(Cr)を用い、線幅を $10\mu\text{m}$ とし、ゲート絶縁膜には窒化シリコン(SiNx)を用いた。一単位画素の大きさは縦 $330\mu\text{m}$ 、横 $110\mu\text{m}$ とし、アモルファスシリコンを用いTFT(薄膜トランジスタ)を形成し、画素電極は透明電極である酸化インジウム錫(ITO)を用い、スパッタ法で形成した。このようにTFTをアレイ状に形成したガラス基板を第1の基板とした。この第1の基板と対向する第2の基板には、クロミウムを用いた遮光膜を形成した後に、ITOを用いた透明電極(共通電極)を形成し、更にカラーフィルタを染色法によりマトリクス状に形成しその上面にシリカを用いた保護層を設けた。その後、印刷法により可溶性ポリイミドを印刷し 180°C でベーキングして溶媒を除去した。このポリイミド膜上を、レーヨンを使用したバフ布を直径 50mm のローラーに巻き付け、ローラーの回転数 600rpm 、ステージ移動速度 40mm/秒 、

押し込み量0.7 mm、ラビング回数2回でバラレルラビングとなるような方向にラビングした。接触段差計で測定した配向膜の厚さは約500 オングストロームであり、クリスタルローテーション法で測定したブレチルト角は7度であった。このような一対のガラス基板の一方に約9.5 μm 径の球状スペーサである真絲球（ミクロパール）を散布し、また他方に約9.5 μm 径の円柱状のガラス製ロッドスペーサを分散させた紫外線硬化性のシール材を塗布した。これらの基板をラビング処理方向が互いに平行ラビングとなるように両基板を対向させて配置し非接触で紫外線を照射する処理でシール材を硬化させてギャップ9.5 μm のパネルを組み立てた。このパネルに、ネマチック液晶を注入した。本実施例では、エス・アイ・ディー94・ダイジェストの927 頁から930 頁に示されるOCB（オブティカリ・コンペンセイティッド・バイリフリジェンス）表示モードとなるように補償板を付加した。このようにして作製した液晶パネルに、駆動用のドライバを取り付け液晶表示装置とした。

本液晶表示装置で第1の実施形態の駆動方法を適用した。具体的には、リセット期間103 は5ミリ秒とし、各走査線の書き込み時間を15マイクロ秒とし、1フィールド期間を16.7ミリ秒とした。その結果、走査順で最後に走査される走査線でも1フィールド内に4.5 ミリ秒程度の表示期間が確保された。双方向走査の双方を加算すると1フレーム内に、16ミリ秒程度の表示期間が得られた。また、この液晶の立ち上がり時の応答速度は、印加電圧にもよるが、数ミリから5ミリ秒程度であり書き込み終了後に応答が終了する。液晶表示モードとしては極めて広視野角で視角依存性がほとんど見られない。この液晶表示装置を観察した所、駆動によるパネル面内での輝度分布が観測されなかったため、広視野角な液晶表示モードの特徴を生かした、広視野角な表示が得られた。

第2 実施例

TFT基板及びカラーフィルタ基板は第1の実施例と同様に作製した。その後、スピコート法によりポリアミク酸を塗布し200 $^{\circ}\text{C}$ でベーキングレイミド化してポリイミド膜を形成した。このポリイミド膜をナイロンを使用したバフ布を直径50mmのローラーに巻き付け、ローラーの回転数600 rpm、ステージ移動速度40mm/秒、押し込み量0.7 mm、ラビング回数2回で10 $^{\circ}$ クロスラビングとなる

ような方向にラビングした。段差計で測定した配向膜の厚さは約 0.1 μm オングストロームであり、クリスタルローテーション法で測定したプレチルト角は1.5度であった。このような一対のガラス基板の一方に約 2 μm 径の球状スペーサである真絲球（マイクロパール）を散布し、また他方に約 2 μm 径の円柱状のガラス製ロッドスペーサを分散させた熱硬化性のシール材を塗布した。これらの基板をラビング処理方向が互いに10° クロスラビングとなるように両基板を対向させて配置し熱処理によりシール材を硬化させてギャップ 2 μm のパネルを組み立てた。このパネルに、アジア・ディスプレイ95の61頁から64頁に示されるV字型スイッチングをする反強誘電性液晶組成物を、真空中において85℃の等方相（Iso）の状態で注入した。85℃のまま、任意波形発生器と高出力アンプを用いてパネル全面に周波数が3 kHzで振幅が±10 Vの矩形波を印加し、電界を印加しながら、室温まで0.1℃/minの速度で徐冷した。このようにして作製した液晶パネルに、駆動用のドライバを取り付け液晶表示装置とした。

本液晶表示装置で第5の実施形態の駆動方法を適用した。具体的には、リセット期間103は1ミリ秒とし、各走査線の書込み時間を10マイクロ秒とし、1フィールド期間を16.7ミリ秒、1フレーム期間を33.4ミリ秒とした。その結果、走査順で最後に走査される走査線でも1フィールド内に10ミリ秒以上の表示期間が確保された。双方向走査の双方を加算すると1フレーム内に、25ミリ秒の表示期間が得られた。また、この液晶の立ち上がり時の応答速度は、印加電圧にもよるが、数百マイクロ秒程度であり書込み終了後に応答が終了する。液晶表示モードとしては極めて広視野角で視角依存性がほとんど見られない。この液晶表示装置を観察した所、駆動によるパネル面内での輝度分布がなかったため、広視野角な液晶表示モードの特徴を生かした、広視野角な表示が得られた。

第3実施例

液晶パネルの構成は第2の実施例と同じとした。この液晶パネルに、駆動用のドライバ、及び、高速なスイッチングが可能なバックライトを使用してフィールドシーケンシャル液晶表示装置とした。

本液晶表示装置で、駆動方法、及び、光源の輝度の走査は、第10の実施形態によった。具体的には、リセット期間103は1ミリ秒とし、各走査線の書込み時間

を5マイクロ秒とし、1フレーム期間を33.4ミリ秒とした。その結果、各色に対する表示期間は、6.5 ミリ秒以上の時間が得られた。また、パネル面内輝度分布が全く無かった。

第1比較例

第3の実施例と同じ液晶表示モードを使用し、第20図の従来の駆動方法、及び、光源の輝度の走査を使用したフィールドシーケンシャル液晶表示装置を用いた。第3の実施例と同様にパネル面内の輝度分布はなかったが、各色に対する表示期間は4ミリ秒程度であり、パネル輝度はこの実施形態例の半分程度であった。

第4実施例

マイクロディスプレイを反射型のプロジェクタとして作製した。アドバンスト・イメージング誌の1997年1月号の巻頭に示されるようなディスプレイテック社によるマイクロディスプレイと同様に作製した。具体的には、シリコンウエハ上にMOS-FETを0.8 μm ルールで形成することによってDRAMを作製した。サイズ等は、ダイサイズ1/2インチで、画素ピッチ10 μm 程度、1メガDRAMを形成した。画素の開口率は90%以上であった。更に、形成されたDRAM表面にケミカル・メカニカル・ポリッシング技術を施すことにより平坦化した。一方、対向する基板は、顕微鏡観察用のカバーガラスを使用した。シリコンウエハから駆動回路を含む部分を切り出し、可溶性ポリイミドによる配向膜を印刷し170℃でベーキングして溶媒を除去した。このポリイミド膜をナイロンを使用したバフ布を直径50mmのローラーに巻き付け、ローラーの回転数600 rpm、ステージ移動速度40mm/秒、押し込み量0.7 mm、ラビング回数2回でラビングした。接触段差計で測定した配向膜の厚さは約500 オングストロームであり、クリスタルローテーション法で測定したプレチルト角は1.5度であった。また約2 μm 径の円柱状のガラス製ロッドスペーサを分散させた光硬化性のシール材を塗布した。これらの基板を対向させて配置し、非接触で紫外線処理することによりシール材を硬化させてギャップ2 μm のパネルを組み立てた。このパネルに、アジア・ディスプレイ95の61頁から64頁に示されるV字型スイッチングをする反強誘電性液晶組成物を、真空中において85℃の等方相(Iso)の状態で注入した。85℃のまま、任意波形発生器と高出力アンプを用いてパネル全面に周波数が3 kHzで

振幅が±10Vの矩形波を印加し、電界を印加しながら、室温まで0.1℃/minの速度で徐冷した。更に、3色の発光ダイオードと平行光を得るためのコリメートレンズ、偏光変換素子、及び、投射用レンズを用いて、反射型フィールドシークンシャル・プロジェクトを作製した。

この液晶表示装置の駆動方法は、第9の実施形態例の方法によった。結果として、面内輝度分布のない良好な表示が得られた。

第5実施例

TFT基板及びカラーフィルタ基板は第1の実施例と同様に作製した。その後、印刷法により可溶性ポリイミドを印刷し180℃でベーキングして溶媒を除去した。このポリイミド膜上を、レーヨンを使用したバフ布を直径50mmのローラーに巻き付け、ローラーの回転数600rpm、ステージ移動速度40mm/秒、押し込み量0.7mm、ラビング回数2回で90度ラビングとなるような方向にラビングした。接触段差計で測定した配向膜の厚さは約500オングストロームであり、クリスタルローテーション法で測定したプレチルト角は3度であった。このような一対のガラス基板の一方に約5.5μm径の球状スペーサである真絲球（マイクロパール）を散布し、また他方に約5.5μm径の円柱状のガラス製ロッドスペーサを分散させた紫外線硬化性のシール材を塗布した。これらの基板をラビング処理方向が互いに90度ラビングとなるように両基板を対向させて配置し、非接触で紫外線を照射する処理でシール材を硬化させてギャップ5.5μmのパネルを組み立てた。このパネルに、ネマチック液晶を注入した。本実施例では、TN型液晶表示モードを構成した。このようにして作製した液晶パネルに、駆動用のドライバを取り付け液晶表示装置とした。

本実施例の駆動方法は、第8図で示される従来の駆動方法を行った。但し、TN型表示モードが有する上下方向の視角依存性の方向を調節して、上方向から観察時に明るくなり下方向から観察時に暗くなる位置にした。その結果、正面からパネルを観察した時に、駆動方法によるパネル面内の輝度分布と視角依存性が補償しあい、従来のパネルより良好な表示が得られた。

続いて図面を参照し本発明の第2及び第3発明に関する実施形態例及び実施例

に基づいて本発明を更に詳細に説明する。

第14実施形態例

本実施形態例は、本発明に係る液晶表示素子の第1の駆動方法の実施形態の一例で、第24図(a)はデータ線に印加する電圧の波形図、第24図(b)はゲート線に印加する電圧の波形図、第24図(c)は高速応答する液晶に第24図(a)及び(b)に示す電圧を印加した時の透過率変化を示す図である。

本実施形態例は、一面では、疑似DC駆動法の周波数を増大したものに相当し、他の見方をすると、AC駆動で1フィールド内に複数回の書き込みを行うことに相当する。具体的には、第24図(a)のデータ線に印加する電圧は、第2図のAC駆動と同じ1フィールド16.7msの2フィールドで、1フレームを構成する矩形波である。一方、第24図(b)のゲート線に印加する電圧は、1フィールド期間中に複数回（この図では4回）のオン・パルスが存在する。

この結果、第24図(c)に透過率変化を示すように、1フィールド16.7msの間で、書き込み回数に応じて徐々に透過率が上昇し、4回目の書き込みで安定状態に達する。

また、第25図は、第1の駆動方法での走査線毎のタイムチャート及び走査線毎の表示輝度を示す図である。6本の走査線を持つ場合を示してあり、表示輝度は濃淡で示してある。

第25図に示すように、上から順次走査し、正の書き込みを行うことを4回繰り返すことにより、第1フィールドが形成される。その後、データ信号電圧を反転し、上から順次走査し負の書き込みを行うことを4回繰り返して第2フィールドが終了する。

これらの第1フィールド・第2フィールドにより、1フレームが形成される。第1フィールドの時間は16.7msである。輝度は、第24図(c)で透過率を示したように、同じフィールド内で書き込み回数が増える毎に明るくなる。尚、各走査ラインの書き込み時間は、1フィールド内にn回の書き込みを行った場合、通常の駆動方法の書き込み時間の $1/n$ となる。

第15実施形態例

本実施形態例は、本発明に係る液晶表示素子の第2の駆動方法の実施形態の別の例で、第26図(a)はデータ線に印加する電圧の波形図、第26図(b)はゲート線に印

、加する電圧の波形図、第26図は高速応答する液晶に第26図(a)及び(b)の電圧を印加した時の透過率変化を示す図である。

本実施形態例は、AC駆動の周波数を増大したものに相当する。具体的には、第26図(a)のデータ線に印加する電圧は、第2図の数倍（この図では2倍）の周波数の矩形波である。一方、第26図(b)のゲート線に印加する電圧は、1フィールド期間中に1回のオン・パルスが存在し、各フィールドは第26図(a)の電圧符号毎に与えられている。その結果、第26図では、1フレームに4フィールドが存在する。

本実施形態例では、第26図(c)に透過率変化を示すように、16.7msの期間内に書き込み信号に応じて、ステップ応答が発生し、徐々に振動幅が押さえられ、4回目の書き込みで安定状態に達する。

また、第27図は走査線毎のタイムチャート及び走査線毎の表示輝度を示す図である。6本の走査線を持つ場合を示してあり、表示輝度は濃淡で示してある。第27図のように上から順次走査し正の書き込みを行うことで第1フィールドが形成され、その後、データ信号電圧を反転し、上から順次走査し負の書き込みを行うことにより第2フィールドが形成される。更に、上から順次走査し正の書き込みを行うことにより第3フィールドが形成され、その後、データ信号電圧を反転し、上から順次走査し負の書き込みを行うことにより第4フィールドが形成される。

これらの第1フィールドから第4フィールドにより、1フレームが形成される。第1フィールドの時間は8.35msである。輝度は、第26図(c)の透過率のグラフのようにフレーム内で振動しフレーム終了時には安定する。尚、各走査ラインの書き込み時間は、1フレーム内にn回のAC駆動を行った場合、通常のAC駆動方法の書き込み時間の $1/n$ となる。

第16実施形態例

本実施形態例は、本発明に係る液晶表示素子の第3の駆動方法の実施形態の一例で、第28図は走査線毎のタイムチャート及び走査線毎の表示輝度を示す図である。

本実施形態例は、第14実施形態例と同様に、1フィールド内で同一のデータ信号を複数回書き込んでいる。第14実施形態と違う点は、走査の方法である。本実施形態例では、複数の走査ラインを同時に走査する。第28図に示すように、走査

線群を上部ブロックと下部ブロックに分割し、上部ブロックと下部ブロックの1ラインずつを選択し順次上から下へと走査している。

この結果、個々の走査線の書き込みには、第14実施形態例の2倍の時間を確保することが可能である。尚、各走査ラインの書き込み時間は、1フィールド内にn回の書き込みを行い、m個の走査線ブロックに分割した場合、通常のAC駆動方法の書き込み時間の m/n となる。

第17実施形態例

本実施形態例は、本発明に係る液晶表示素子の第4の駆動方法の実施形態の一例で、第29図は走査線毎のタイムチャート及び走査線毎の表示輝度を示す図である。

本実施形態例は、第15実施形態例と同様に、1フレーム内に複数回のAC駆動を行う。第15実施形態例と異なる点は、走査の方法である。本実施形態例では、複数の走査ラインを同時に走査する。第29図に示すように、走査線群を上部ブロックと下部ブロックに分割し、上部ブロックと下部ブロックの1ラインずつを選択し順次上から下へと走査している。

この結果、個々の走査線の書き込みには、第15実施形態例の2倍の時間を確保することが可能である。尚、各走査ラインの書き込み時間は、1フレーム内にn回のAC駆動を行い、m個の走査線ブロックに分割した場合、通常のAC駆動方法の書き込み時間の m/n となる。

第18実施形態例

本実施形態例は、本発明に係る液晶表示素子の第5の駆動方法の実施形態の一例で、第30図は光源の輝度の時間配分と走査線毎の時間配分の構成と動作を示すタイムチャート及び走査線毎の表示輝度を示す図である。

本実施形態例では、第14実施形態例と同様に、1フィールド内で同一のデータ信号を複数回書き込み、また、第16実施形態例と同様の走査を行っている。第14及び第16実施形態例と異なる点は、フィールドシーケンシャル駆動である点であり、また、各フィールド内には一定の表示期間105を有している。第30図では12本の走査線での例が示してある。

1フレームは各色に合わせて3つに分割されたフィールドに分けられ、各フィ

フィールド内でAC駆動される。また、AC駆動の各極性内で複数回の書き込みが行われる。

一方、走査線も複数のブロックに分割され、同時に書き込みが行われる。第30図に示すように、走査線を4つのブロックに分割し、各ブロックの一番上の走査線を同時に選択し書き込み、順次、上から下へと書き込む。その走査を4回繰り返してAC駆動の一方の極性（ここでは正）を書き込みつづける。その後、表示期間105が与えられる。信号データの極性が反転され、同様に4ブロックを同時に走査することを4回繰り返し、負の書き込み103が終了し、表示期間105が与えられる。

この時、光源は表示期間を含む範囲で点灯され、透過率が不安定な範囲では消灯される。この手順により第1フィールドが形成され、赤の表示が終了する。同様に、緑、青、のフィールドの表示を行い、3フィールドで1フレームが形成される。

第19実施形態例

本実施形態例は本発明に係る液晶表示素子の第6の駆動方法の実施形態の一例で、第31図は光源の輝度の時間配分と走査線毎の時間配分の構成と動作を示すタイムチャート及び走査線毎の表示輝度を示す図である。

本実施形態例では、第15実施形態例と同様に、1フィールド内で複数回のAC駆動を行い、また、第17実施形態例と同様の走査を行っている。第15及び第17実施形態例と異なる点は、フィールドシーケンシャル駆動である点であり、また、各フィールド内には、一定の表示期間105を有していることである。

第31図では12本の走査線での例が示してある。1フレームは各色に合わせて3つに分割されたフィールドに分けられ、各フィールド内でAC駆動される。また、AC駆動は複数回行われる。

一方、走査線も複数のブロックに分割され、同時に書き込みが行われる。第31図に示すように、走査線を4つのブロックに分割し、各ブロックの一番上の走査線を同時に選択し書き込み、順次、上から下へと書き込む。その走査を4回繰り返して2周期分のAC駆動を行う。その後、表示期間105が与えられる。

この時、光源は表示期間を含む範囲で点灯され、透過率が不安定な範囲では消

灯される。この手順により第1フィールドが形成され、赤の表示が終了する。同様に、緑、青、のフィールドの表示を行い、3フィールドで1フレームが形成される。

第20実施形態例

本実施形態例は本発明に係る液晶表示装置の実施形態の一例で、第14実施形態例から第17実施形態例の駆動方法のいずれかを用いた液晶表示装置である。第32図は本発明の駆動方法を適用した液晶表示装置の構成の一例を示す模式図であり、該模式図は実質的に第23図と同一である。

本実施形態例の液晶表示装置は、2枚の支持基板16の各々の上に電極17が形成され、その上に液晶を配向させる配向膜18が形成される。この一対の支持基板16間に液晶19を挟持し、更に一対の偏光板を支持基板16の外側に設ける。この構成により、通常、液晶表示装置が構成される。

以下に、この実施形態の動作を詳細に説明する。各ドレインバスラインには、所定周波数で各駆動方法に対応した信号データ波形が、各ゲートラインに対応して印加される。一方、各ゲートバスラインには、そのラインが選択される時に能動素子をオンするような各実施形態で示した波形が印加され、これにより、ドレインラインの波形が表示電極により液晶に印加される。再度、ゲートラインが選択されるまで、液晶部に電圧が保持される。これにより液晶がメモリ性を持たなくても、表示の保持動作が可能である。リセットは、ドレインラインにリセット用の所定の信号データを印加し、且つ、能動素子のスイッチをオンするような波形が各実施形態で示したタイミングで印加される。

以上の構成により、実施形態例1から4のいずれかの駆動方法を適用した液晶表示装置が実現される。

第21実施形態例

本実施形態例は本発明に係る液晶表示装置の実施形態の一例で、第18及び第19実施形態例の駆動方法を用いた液晶表示装置である。

本実施形態例の液晶表示装置は、2枚の支持基板の各々の上に電極が形成され、その上に液晶を配向させる配向膜が形成される。この一対の支持基板間に、液晶を挟持し、一対の偏光板を支持基板の外側に設ける。更に、一方の偏光板の側に

フィールドシーケンシャル表示用の光源を備える。

この構成により、第18及び第19の実施の形態のいずれかの駆動方法を適用した液晶表示装置が実現される。

次に、本発明の上記した第2及び第3発明を実施例を挙げて詳細に説明するが、本発明はその要旨を越えない限り、以下の実施例に限定されるものではない。

第6実施例

本実施例は本発明に係る液晶表示装置の一実施例である。本実施例では、480本のゲートバスライン及び640本のドレインバスラインには、スパッタ法で形成された線幅 $10\mu\text{m}$ のクロミウム(Cr)線を用い、ゲート絶縁膜には窒化シリコン(SiN_x)を用いた。

一単位画素の大きさは、縦 $330\mu\text{m}$ 、横 $110\mu\text{m}$ とし、アモルファスシリコンを用いてTFT(薄膜トランジスタ)を形成し、画素電極は透明電極である酸化インジウム錫(ITO)を用い、スパッタ法で形成した。このようにTFTをアレイ状に形成したガラス基板を第1の基板とした。

この第1の基板と対向する第2の基板には、クロミウムを用いた遮光膜を形成した後、ITOを用いた透明電極(共通電極)を形成し、更にカラーフィルタを染色法によりマトリクス状に形成し、その上面にシリカを用いた保護層を設けた。その後、印刷法により可溶性ポリイミドを印刷し 180°C でベーキングして溶媒を除去した。このポリイミド膜上を、スピンコート法によりポリアミック酸を塗布し 200°C でベーキングしイミド化しポリイミド膜を形成した。

ナイロンを使用したバフ布を直径 50mm のローラーに巻き付け、ローラーの回転数 600rpm 、ステージ移動速度 40mm/秒 、押し込み量 0.7mm 、ラビング回数2回で 10° クロスラビングとなるような方向に、このポリイミド膜をラビングした。

接触段差計で測定した配向膜の厚さは約 500\AA であり、クリスタルローテーション法で測定したプレチルト角は 1.5° であった。

このような一対のガラス基板の一方に約 $2\mu\text{m}$ 径の球状スペーサであるマイクロパールを散布し、また他方に約 $2\mu\text{m}$ 径の円柱状のガラス製ロッドスペーサを分

散させた熱硬化性のシール材を塗布した。これらの基板をラビング処理方向が互いに10°クロスラビングとなるように両基板を対向させて配置し、熱処理によりシール材を硬化させてギャップ2 μm のパネルを組み立てた。

パネル間に、アジア・ディスプレイ95の61頁から64頁に示されるV字型スイッチングをする反強誘電性液晶組成物を、真空中において85℃の等方相(Iso)の状態で注入した。

この液晶の自発分極値を三角波を印加して測定したところ、165 nC/cm²であった。また、応答速度は階調電圧によって異なったが、200 マイクロ秒から800 マイクロ秒の間であった。85℃のまま、任意波形発生器と高出力アンプを用いてパネル全面に周波数が3 kHzで振幅が±10Vの矩形波を印加し、電界を印加しながら、室温まで0.1℃/minの速度で徐冷した。

このようにして作製した液晶パネルに、駆動用のドライバICを取り付け液晶表示装置とした。

この液晶表示装置では、実施形態例1の駆動方法を適用した。具体的には、1フィールド期間を16.7ミリ秒、1フレーム期間を33.4ミリ秒、各走査線の書込み時間を4.2 マイクロ秒とし、1フィールド中に8回書き込むようにした。

第33図に印加した波形と1画素を測定した透過率の変化の様子を示す。第33図(a)はドレイン印加電圧、第33図(b)はゲート印加電圧、第33図(c)は透過率変化である。

本実施例では、液晶の自発分極値が大きいため、書込み後の液晶応答による保持率変化が大きい。その結果、透過率が安定した状態になるために必要な書込み回数は8回と、第14実施形態例より増えた。

本方法により、リセットパルス法によらずフレームメモリを設けることなく、1フィールド内に全ての中間調の応答が終了する高速応答性を生かした液晶表示装置が得られた。

第7実施例

本実施例は本発明に係る液晶表示装置の別の実施例である。本実施例では、第6実施例と同様にして、TFT基板及びCF(カラーフィルタ)基板を作製し、また第6実施例と同様にして、パネルの組立てまでの工程を実施した。このパネ

ルに、特願平9-093853号公報に示される液晶組成物を、真空中において85℃の等方相(Iso)の状態に注入した。この液晶組成物の自発分極値は 20 nC/cm^2 前後になるように組成比を調節し、三角波を印加して実際に測定したところ、 19.5 nC/cm^2 であった。また、応答速度は、階調電圧によって異なったが、600マイクロ秒から2ミリ秒の間であった。注入後、 $0.1\text{ }^\circ\text{C/min}$ の速度で室温まで徐冷した。

このようにして作製した液晶パネルに、駆動用のドライバICを取り付け液晶表示装置とした。

この液晶表示装置を第14実施形態例の駆動方法で駆動した。具体的には、1フィールド期間を16.7ミリ秒、1フレーム期間を33.4ミリ秒、各走査線の書き込み時間を11.5マイクロ秒とし、1フィールド中に3回書き込むようにした。第34図に印加した波形と1画素を測定した透過率の変化の様子を示す。第34図(a)はドレイン印加電圧、第34図(b)はゲート印加電圧、及び第34図(c)は透過率変化である。

本実施例では、液晶の自発分極値が小さいため、書き込み後の液晶応答による保持率変化が少なかった。その結果、透過率が安定した状態になるために必要な書き込み回数は3回と、第15実施形態例より減った。このように必要な書き込み回数が減ることにより、第6実施例に比べて書き込み時間の減少が抑えられる。同時に、駆動回路の周波数の増大が抑えられ駆動回路のコストが下がった。

また、特筆すべきは、液晶自身の応答速度は第6実施例より遅いにもかかわらず、本駆動法で使用した場合は、安定状態に達する時間は第6実施例より速かった点である。第6実施例と同様に本方法により、リセットパルス法によらずフレームメモリを設けることなく、1フィールド内に全ての中間調の応答が終了する高速応答性を生かした液晶表示装置が得られた。

第8実施例

本実施例は本発明に係る液晶表示装置の更に別の実施例である。本実施例では、第6実施例と同様にして、TFT基板を作製した。このTFT基板と対向する第2の基板には、クロミウムを用いた遮光膜を形成した後、染料を用いバブルジェットによるインクジェット方式によりカラーフィルタを形成した後、ITOを形成し、その上にシリカによる保護層を設けた。

レーヨンを使用したバフ布を直径50mmのローラーに巻き付け、ローラーの回転数600 rpm、ステージ移動速度40mm/秒、押し込み量0.7 mm、ラビング回数2回で平行ラビングとなるような方向に、このポリイミド膜をラビングした。

接触段差計で測定した配向膜の厚さは約500 オングストロームであり、クリスタルローテーション法で測定したプレチルト角は7度であった。このような一対のガラス基板の一方に約9.5 μ m径の球状スペーサである真絲球を散布し、また他方に約9.5 μ m径の円柱状のガラス製ロッドスペーサを分散させた紫外線硬化性のシール材を塗布した。

これらの基板をラビング処理方向が互いに平行ラビングとなるように両基板を対向させて配置し非接触で紫外線を照射する処理でシール材を硬化させてギャップ9.5 μ mのパネルを組み立てた。

このパネルに、ネマチック液晶を注入した。本実施例では、エス・アイ・ディー94・ダイジェストの927 頁から930 頁に示されるOCB（オブティカリ・コンベンセイティッド・バイリフリジェンス）表示モードとなるように補償板を付加した。

このようにして作製した液晶パネルに、駆動用のドライバを取り付け液晶表示装置とした。尚、液晶モード自身の応答速度は階調電圧によって異なったが、1.5ミリ秒から4ミリ秒の間であった。

この液晶表示装置を第14実施形態例の駆動方法により駆動した。具体的には、1フィールド期間を16.7ミリ秒、1フレーム期間を33.4ミリ秒、各走査線の書き込み時間を11.5マイクロ秒とし、1フィールド中に3回書き込むようにした。印加した波形は第34図と同様であった。液晶自身の応答速度が第7実施例より遅いため透過率の応答も若干遅かった。

しかし、安定状態に達するまでの書き込み回数が少ないため、応答速度が約5倍速い第6実施例に比べると、安定状態に達するまでの時間は速かった。第6及び第7の実施例と同様に本方法により、リセットパルス法によらずフレームメモリを設けることなく、1フィールド内に全ての中間調の応答が終了する高速応答性を生かした液晶表示装置が得られた。

第9実施例

本実施例は本発明に係る液晶表示装置の更に別の実施例である。本実施例では、第7実施例と同様にして、液晶パネルを作製し、更に、駆動用のドライバを取り付けて液晶表示装置とした。本液晶表示装置の駆動方法は第15実施形態例の駆動方法によった。

本実施例では、1回あたりの書込み時間が第7実施例よりも長く取ることが可能であった。

第10実施例

本実施例は本発明に係る液晶表示装置の更に別の実施例である。本実施例では、第7実施例と同様にして、液晶パネルを作製し、更に、駆動用のドライバを取り付けて液晶表示装置とした。本液晶表示装置の駆動方法は第17実施形態例の駆動方法によった。

本実施例では、1回あたりの書込み時間が第9実施例よりも長く取ることが可能であり、通常のAC駆動と全く異ならなかった。

この結果、高周波数用の素子を使用する必要が無く、低コストで高性能な液晶表示装置が実現された。

第11実施例

本実施例は本発明に係る液晶表示装置の更に別の実施例である。本実施例の液晶パネルの構成は、第7実施例の液晶パネルと構成と同じである。この液晶パネルに、駆動用のドライバ、及び、高速なスイッチングが可能なバックライトを使用してフィールドシーケンシャル液晶表示装置とした。

この液晶表示装置で、駆動方法、及び、光源の輝度の走査は、第18実施形態例の駆動方法によった。具体的には、一方の極性での書込み回数を4回、走査線を2つのブロックに分割した。表示期間105は2ミリ秒とし、各走査線の書込み時間を3.5マイクロ秒とし、1フレーム期間を33.3ミリ秒とした。この時、光源の点灯時間は、1フレーム内で、各色に対し2.5ミリ秒を2回、すなわち、5ミリ秒、確保できた。

第12実施例

本実施例は本発明に係る液晶表示装置の更に別の実施例である。本実施例の液

晶パネルの構成は、第7実施例の液晶パネルの構成と同じである。液晶パネルに、駆動用のドライバ、及び、高速なスイッチングが可能なバックライトを使用してフィールドシーケンシャル液晶表示装置とした。

この液晶表示装置で、駆動方法、及び、光源の輝度の走査は、第19実施形態例の駆動方法によった。具体的には、1フレーム内に2回のAC駆動を行い、走査線を2つのブロックに分割した。表示期間105は7.7ミリ秒とし、各走査線の書き込み時間を3.5マイクロ秒とし、1フレーム期間を33.3ミリ秒とした。この時、光源の点灯時間は、1フレーム内で、各色に対し2.5ミリ秒を2回、すなわち、8ミリ秒と第6の実施例より長く確保できた。

第13実施例

本実施例は本発明に係る液晶表示装置の更に別の実施例である。本実施例では、マイクロディスプレイを作製し、反射型のプロジェクタを作製した。アドバンス・イメージング誌の1997年1月号の巻頭に示されるようなディスプレイテック社によるマイクロディスプレイと同様に作製した。

具体的には、シリコンウエハ上にMOS-FETを0.8 μm ルールで形成することによって、DRAMを作製した。サイズ等は、ダイサイズ1/2インチで、画素ピッチ10 μm 程度、1メガ-DRAMを形成した。画素の開口率は90%以上であった。更に、形成されたDRAM表面にケミカル・メカニカル・ポリッシング技術を施すことにより平坦化した。一方、対向する基板は、顕微鏡観察用のカバーガラスを使用した。

シリコンウエハから駆動回路を含む部分を切り出し、可溶性ポリイミドによる配向膜を印刷し170 $^{\circ}\text{C}$ でベーキングして溶媒を除去した。ナイロンを使用したバフ布を直径50mmのローラーに巻き付け、ローラーの回転数6000rpm、ステージ移動速度40mm/秒、押し込み量0.7mm、ラビング回数2回で、このポリイミド膜をラビングした。

接触段差計で測定した配向膜の厚さは約500オングストロームであり、クリスタルローテーション法で測定したプレチルト角は1.5度であった。

また、約2 μm 径の円柱状のガラス製ロッドスペーサを分散させた光硬化性のシール材を塗布した。これらの基板を対向させて配置し、非接触で紫外線処理す

ることによりシール材を硬化させてギャップ2 μm のパネルを組み立てた。このパネルに、アジア・ディスプレイ95の61頁から64頁に示されるV字型スイッチングをする反強誘電性液晶組成物を、真空中において85℃の等方相(Iso)の状態で注入した。

85℃のまま、任意波形発生器と高出力アンプを用いてパネル全面に周波数が3 kHzで振幅が $\pm 10\text{V}$ の矩形波を印加し、電界を印加しながら、室温まで0.1℃/minの速度で徐冷した。更に、3色の発光ダイオードと平行光を得るためのコリメートレンズ、偏光変換素子、投射用レンズ等を用いて、反射型フィールドシーケンシャル・プロジェクタを作製した。

この液晶表示装置の駆動方法は、第19実施形態例の駆動方法によった。この方法の結果、高速応答なプロジェクタ表示が得られた。

以上、本発明をその好適な実施形態例及び実施例に基づいて説明したが、本発明の液晶駆動方法及び液晶表示装置は、上記実施形態例及び実施例の構成にのみ限定されるものではなく、上記実施形態例及び実施例の構成から種々の修正及び変更を施したものの、本発明の範囲に含まれる。

請求の範囲

1. 各フィールド毎に走査線を順次に走査して画面を表示し、引き続き走査線をリセットする液晶表示装置の駆動方法において、

第1フィールドで走査線を順次に走査した後に一斉にリセットし、該第1フィールドに続く第2フィールドで第1フィールドでの走査順と逆順に走査した後に一斉にリセットすることを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

2. 前記第1フィールド及び第2フィールドを1フレームとするインターレース駆動を行うことを特徴とする、請求1に記載の液晶表示装置の駆動方法。

3. 1フレーム中に、1本の走査線で2回の書込み期間を有することを特徴とする、請求項2に記載の液晶表示装置の駆動方法。

4. 1フレーム中に、1本の走査線で2回のリセット期間を有することを特徴とする、請求項3に記載の液晶表示装置の駆動方法。

5. 1フレーム中に、1本の走査線で1回のリセット期間を有し、リセット後の1回目の書込み時のデータ信号電圧の絶対値が2回目の書込み時のデータ信号電圧の絶対値より小さいことを特徴とする、請求項3に記載の液晶表示装置の駆動方法。

6. 1フレーム中に3色の情報が順次に表示されるフィールドシーケンシャル液晶表示装置を駆動する方法であって、請求項5に記載の方法によって各表示色を駆動することを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

7. 1フレーム中に3色の情報が順次に表示されるフィールドシーケンシャル液晶表示装置を駆動する方法であって、請求項1に記載の方法によって各表示色を駆動することを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

8. 請求項1から5のいずれかに示される駆動方法によって駆動される液晶を有することを特徴とする液晶表示装置。

9. 請求項6及び7に示される駆動方法によって駆動される液晶を有することを特徴とする液晶表示装置。

10. 1フレームが、第1フィールドと第2フィールドとにより構成され、
第1フィールドで所定の信号電圧でデータを複数回書き込み、
次いで、第2フィールドで信号電圧の符号を反転し、複数回データを書き込む
ことを特徴とする液晶表示素子の駆動方法。

11. 極性が正負に所定周期で反転する信号電圧で1フレーム内に複数回データ
を書き込むことを特徴とする液晶表示素子の駆動方法。

12. 走査線群を複数個のブロックに分割し、複数個のブロックを同時に走査す
ることを特徴とする請求項10又は11に記載の液晶表示素子の駆動方法。

13. 1フレームが、3色のカラーに応じて3つのフィールドに分割され、各フ
ィールド内でデータが順次表示されるフィールドシーケンシャル液晶表示装置の
駆動方法であって、

各色の駆動方法が請求項12に記載の液晶表示素子の駆動方法によることを特徴
とする液晶表示装置の駆動方法。

14. 液晶表示装置を構成する液晶表示素子が、請求項10から12のうちのいずれ
か1項に記載の液晶表示素子の駆動方法により駆動されることを特徴とする液晶
表示装置。

15. 1フレーム中に3色の情報が順次表示されるフィールドシーケンシャル液

晶表示装置であって、

請求項13に記載の液晶表示装置の駆動方法により駆動されることを特徴とする
フィールドシーケンシャル・カラー液晶表示装置。

各フィールド毎に走査線を順次に走査して画面を表示する液晶表示装置の駆動方法において、第1フィールドと第2フィールドで走査順と逆順し、又は信号電圧の符号を反転させる方法、及びこれらの駆動方法を有する液晶表示装置が開示される。これにより、高コントラスト及び高輝度で、電気的な非対称性に影響のない液晶表示装置が提供できる。